

© EPODOC / EPO

PN - JP10128817 A 19980519  
PD - 1998-05-19  
PR - JP19960285709 19961028  
OPD - 1996-10-28  
TI - DEFORMATION SIMULATION METHOD AND OPTIMUM MODULE  
DETERMINING METHOD FOR MOLDED PRODUCT  
IN - KINUGASA YUTAKA; NAKADA KAZUNOBU; NAKADA MASAOKI  
PA - MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD  
EC - B29C45/76R  
IC - B29C45/76 ; G06F17/50

© WPI / DERWENT

FI - Deformation simulation of moulded product - in which input model is divided into typical constitution elements of plane, curved and corner parts, deformation amount of constituents determined and added to determine a model after deformation and the model displayed

PR - JP19960285709 19961028  
PN - JP10128817 A 19980519 DW199830 B29C45/76 008pp  
PA - (MATW ) MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD  
IC - B29C45/76 ; G06F17/50  
AB - J10128817 W.r.t. the model of a moulded product inputted as data, the input model is divided into the typical constitution elements of a plane part, a curved part, and a corner part. After that, a deformation amount of each of the constitution element is determined. The constitution elements to which a deformation amount is added are combined together to determine a model after deformation and the model is displayed. w.r.t. shell data, a finite element the thickness of which form an attribute is used as inputted coordinate data. In division of an input model into typical constitution elements, lattice point is attributed to the outer surface of the model, and based on an angle among at least consecutive three lattice points, division is effected. In division of the input model into the typical constitution elements, data of CAD previously brought into a group classified by the constitution element is used as coordinate data and based on grouped data of the CAD data, division is effected.

- ADVANTAGE - Rapid and proper simulation is executed.  
- (Dwg.1/17)

OPD - 1996-10-28

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO).**

AN - 1998-342005-[30]

© PAJ / JPO

PN - JP10128817 A 19980519

PD - 1998-05-19

AP - JP19960285709 19961028

IN - KINUGASA YUTAKANAKADA MASAAKI NAKADA KAZUNOBU

PA - MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

TI - DEFORMATION SIMULATION METHOD AND OPTIMUM MODULE  
DETERMINING METHOD FOR MOLDED PRODUCT

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To carry out the simulation in a short  
period of time.

- SOLUTION: An input module is divided (B) into representative  
constituting elements such as plane sections, curved sections and  
corner sections for a model (A) of a molded product input as a  
coordinate data. The deformation amount is found for each of  
constituting elements (C), and then the constituting elements to  
which the deformation amounts are added are combined together  
to find a model after having been deformed, and the model is  
displayed (D). The time for operation is shortened by reducing the  
number of divisions, and the simulation considering the deformation  
characteristics based on the shape of respective elements is  
carried out by dividing the input module into representative  
constituting elements having characteristic shapes.

I - B29C45/76 ;G06F17/50

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-128817

(43)公開日 平成10年(1998) 5月19日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 2 9 C 45/76

B 2 9 C 45/76

G 0 6 F 17/50

G 0 6 F 15/60

6 1 2 H

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-285709

(22)出願日 平成8年(1996)10月28日

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 衣笠 豊

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 中田 公明

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 中田 和伸

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

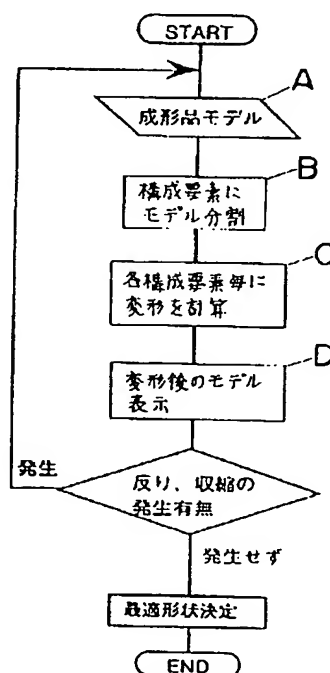
(74)代理人 弁理士 西川 恵清 (外1名)

(54)【発明の名称】 成形品の変形シミュレーション方法及び最適モデル決定方法

(57)【要約】

【課題】 シミュレーションを短時間で行うことができるものとする。

【解決手段】 座標データとして入力された成形品のモデルに対して、該入力モデルを平面部や曲面部や角部等の代表的構成要素に分割する。各構成要素毎にその変形量を求め、次いで変形量を付加した構成要素を組み合わせて変形後のモデルを求めて該モデルを表示する。分割数を少なくすることで計算時間の短縮を図るとともに、特徴的な形状を有する代表的な構成要素に分割することで各要素の形状による変形特性を加味したシミュレーションを行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 座標データとして入力された成形品のモデルに対して、該入力モデルを平面部や曲面部や角部等の代表的構成要素に分割した後、各構成要素毎にその変形量を求め、次いで変形量を付加した構成要素を組み合わせて変形後のモデルを求めて該モデルを表示することを特徴とする成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項2】 入力される座標データとして、シェルデータについては各有限要素の肉厚を属性としたものを用いることを特徴とする請求項1記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項3】 入力モデルを代表的構成要素に分割するにあたり、モデルの外面に格子点を割り振って連続する3点以上の格子点間の角度を基に分割を行うことを特徴とする請求項1記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項4】 入力モデルを代表的構成要素に分割するにあたり、座標データとして予め構成要素毎にグループ化したCADのデータを用いるとともに該CADデータにおけるグループ化データを基に分割を行うことを特徴とする請求項1記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項5】 各構成要素毎の変形量を求めるにあたり、予め求めておいた代表的構成要素についての変形量データを基に変形量を求めることを特徴とする請求項1記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項6】 変形量データは、配向性も含めて求めたものであることを特徴とする請求項5記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項7】 変形量データは、実成形品の変形量の実測から求めたものであることを特徴とする請求項5または6記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項8】 変形量データは、構成要素の反り解析によって求めたものであることを特徴とする請求項5または6記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項9】 変形量を付加した構成要素を組み合わせるにあたり、各構成要素の組み合わせ部分上に2点以上の基準点を設定して、これら基準点が一致するように構成要素を組み合わせることを特徴とする請求項1記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項10】 各構成要素をある一定の弾性率を持った弾性体と仮定し、組み合わせる構成要素間での力の釣り合いと弾性エネルギーの総和が最小となる変形を構成要素に与えて組み合わせを行うことを特徴とする請求項9記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項11】 変形後のモデルを表示するにあたり、全体の変形に影響を及ぼす変形箇所を表示を行うことを特徴とする請求項1記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項12】 全体の変形に対する影響度を変形箇所

の色分けにて呈示することを特徴とする請求項11記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項13】 変形の種類を区別して呈示することを特徴とする請求項11または12記載の成形品の変形シミュレーション方法。

【請求項14】 請求項1記載のシミュレーション方法でシミュレーションを行って、容認できない変形がある場合、変形に影響を与えている構成要素の肉厚や形状を変えた構成要素で入力モデルを再構成して再度上記シミュレーションを行うことを繰り返すことで最適モデル形状を決定することを特徴とする成形品の最適モデル決定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は成形品に生ずる変形をシミュレートするシミュレーション方法とこれを用いた成形品の最適モデル決定方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】射出成形品においては、金型の固定側及び可動側の温度差などによる成形品断面内の温度分布のばらつきや、成形圧力及び冷却のアンバランスによる成形品上の収縮率分布の違い、樹脂の流動挙動や充填剤などの配向による収縮率の異方性といったことが原因で反りが生じて変形する。

【0003】このために成形品の形状決定や成形条件の設定に際しては、成形品の変形シミュレーションを行って、成形条件や成形品の形状の見直しなどを行うことで最適モデルを決定するのが通常である。そして従来においては市販の射出成形解析システムを利用して反り変形の予測を行っていたのであるが、上記の射出成型解析システムは、成形品モデル（金型モデル）を有限要素に分割して図17から明らかなように流動解析と保圧解析と冷却解析とを順に行って成形品にかかる圧力や各部の温度、密度分布などをシミュレートすることで反りや収縮の発生の有無をみるものであった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ここにおいて、有限要素に分割して流動解析と保圧解析と冷却解析とを行うと、解析結果を得るまでに時間がかかるものとなっている。これは、反りや収縮による変形があった時には成形条件を変更したり（図17中の（I））、さらにはモデル形状の変更を行ったり（図17中の（II））を繰り返すことになることを考えると、該シミュレーションを利用して最適形状決定に至るまでに多くの時間と手間を費やさなくてはならないことになる。

【0005】また、上記解析システムでの反りや収縮の発生があった場合の表示は、たとえば図16に示すように変形シミュレーション後のモデルSMが全体として当初のモデルOMからどのように変形したかを元形状からの変位量で示すだけであつたことから、どの部分の変形

が原因で全体として変形してしまったのかを、つまりは反り変形の発生原因となっている箇所を特定することができず、これに伴って対策すべき箇所を特定することができず、この点も最適形状決定に至るまでの時間と手間を増大させる理由となっている。

【0006】本発明はこのような点に鑑み為されたものであり、その第1の目的とするところはシミュレーションを短時間で行うことができる成形品の変形シミュレーション方法を提供するにあり、他の目的とするところは変形の原因となっている箇所の特定を容易に行うことができる成形品の変形シミュレーション方法を提供するにあり、更に他の目的とするところは最適モデルの決定を短時間で行うことができる成形品の最適モデル決定方法を提供するにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】しかして本発明に係る成形品の変形シミュレーション方法は、座標データとして入力された成形品のモデルに対して、該入力モデルを平面部や曲面部や角部等の代表的構成要素に分割した後、各構成要素毎にその変形量を求め、次いで変形量を付加した構成要素を組み合わせて変形後のモデルを求めて該モデルを表示することに特徴を有している。

【0008】有限要素に分割して解析を行う場合、分割数に応じて計算時間がかかるために分割数を少なくすることで計算時間の短縮を図ることができるわけであるが、変形パターンは成形条件以外に各成形品の形状に依存していることから、少ない数で分割するにあたり、特徴的な形状を有する代表的な構成要素に分割することで各要素の形状による変形特性を加味したシミュレーションを行えるようにしたものである。

【0009】入力される座標データとしては、シェルデータについては各有限要素の肉厚を属性としたものを用いることが好ましい。各要素に対する肉厚を入力する手間を省略することができる。入力モデルを代表的構成要素に分割するにあたっては、モデルの外面に格子点を割り振って連続する3点以上の格子点間の角度を基に分割を行うことで、複雑な形状を持つ入力モデルであっても単純な構成要素に分割することが容易となる。

【0010】入力モデルを代表的構成要素に分割するにあたっては、座標データとして予め構成要素毎にグループ化したCADのデータを用いるとともに該CADデータにおけるグループ化データを基に分割を行ってもよい。この場合にも、複雑な形状を持つ入力モデルを単純な構成要素に分割することが容易となる。各構成要素毎の変形量を求めるにあたっては、各構成要素毎の解析をその時点で行ってもよいが、予め求めておいた代表的構成要素についての変形量データを基に変形量を求めることで、変形量を迅速に求めることができる。

【0011】この時の変形量データには、配向性も含めて求めたものを用いると、さらに的確な変形シミュレ

ーションを行うことができる。また変形量データは、実成形品の変形量の実測から求めたものであっても、構成要素の反り解析によって求めたものであってもよい。変形量を付加した構成要素を組み合わせるにあたっては、各構成要素の組み合わせ部分上に2点以上の基準点を設定して、これら基準点が一致するように構成要素を組み合わせることで組み合わせを簡単に行うことができ、この時、各構成要素をある一定の弾性率を持った弾性体と仮定し、組み合わせる構成要素間での力の釣り合いと弾性エネルギーの総和が最小となる変形を構成要素に与えて組み合わせを行うと、変形の有無にかかわらず組み合わせを簡便に行うことができる。

【0012】変形後のモデルを表示するにあたっては、全体の変形に影響を及ぼす変形箇所の呈示を行うことが好ましい。対策を施すべき箇所の把握を簡単に且つ確実に行うことができる。特に全体の変形に対する影響度を変形箇所の色分けにて呈示すれば、より明瞭に対策を施すべき箇所を把握することができる。また変形の種類を区別して呈示すれば、対策方法の示唆を得られることになる。

【0013】そして本発明に係る成形品の上記シミュレーション方法を用いた最適モデル決定方法は、上記シミュレーションを行って、容認できない変形がある場合、変形に影響を与えている構成要素の肉厚や形状を変えた構成要素で入力モデルを再構成して再度上記シミュレーションを行うことを繰り返すことに特徴を有している。最適モデルの決定に至るまでの時間を大きく短縮することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の成形品の変形シミュレーション方法及び最適モデル決定方法の手順を図1に示す。ここでは次の手順で変形のシミュレーションを行っている。すなわち、ステップAにおいて座標データとして入力された成形品のモデルに対して、ステップBに示すように入力モデルを平面部や曲面部や角部等の代表的構成要素に分割することを行う。そしてステップCにおいて各構成要素毎にその変形量を求め、変形量を付加した構成要素を組み合わせて変形後のモデルを求める。この変形後のモデルはステップDにおいて上記入力モデルと重ね合わせて表示する。

【0015】次に各ステップについて説明する。まず成形品モデルの座標データは、成形品モデルの作成のためのCADデータから生成して入力モデルとすればよい。この時、図5に示すようなシェルデータについては、壁Aの外表面と内面、壁Bの外表面と内面とにわけて、面データを生成してこの面データをもとに変形シミュレーションを行うことになるが、従来、該面データを有限要素分割した後に肉厚入力を行っていたのに対して、面データの生成時に各面の肉厚を計算して例えばA：2mm、B：3mmといった肉厚データを属性として作成し、有

限要素分割した際に肉厚も同時入力できるようにしておくといふ。

【0016】図6に示すモデルOMでこの点についてさらに説明すると、各面に対して内面・外面の対応関係を求め、図7に示すようにモデルOMの外面Aに格子点を割り振って各格子点から内面までの距離 ( $l_1, l_2, \dots$ ) を計算し、

面A 座標1, 1 肉厚1, 5

面A 座標1, 2 肉厚2, 1

面A 座標1, 3 肉厚1, 6

面A 座標2, 1 肉厚1, 7

といった形態で格子点位置と距離のデータファイルを作成するのである。各要素に対する肉厚を入力する手間を省略することができる。

【0017】次に入力モデルの分割にあたっては、有限要素で分割する場合よりも少ない数で分割するにあたり、変形パターンは成形条件以外に各成形品の形状に依存することに着目し、特徴的な形状を有する代表的な構成要素に分割する。たとえば構成要素として平面部Fと曲面部Cと角部Kを設定し、図2(a)(b)に示すように分割する。図2(c)は角部Kの一例を示しているが、図2(d)に示すような2つの平面部Fに分割することはしない。角部Kでの変形特性を残すためである。

【0018】このような分割にあたっては、平面部Fと曲面部Cと角部Kとを判別して分割しなくてはならないわけであるが、これは例えば図8に示すように、モデルOMの外面に格子点を割り振って連続する3点以上の格子点間の角度 $\alpha$ を順に求めていき、該角度 $\alpha$ が急変した時はその前後いくつかの格子点を含めて角部Kであるとし、角度 $\alpha$ がほぼ $180^\circ$ で一定である時にその部分を平面部Fであるとし、角度 $\alpha$ がたとえば $90^\circ \sim 180^\circ$ といった角度の範囲でほぼ一定値の値を保つ時、あるいは上記範囲内で徐々に変化する時、その部分を曲面部Cであるとするのである。

【0019】このほか、入力データとするCADデータの作成時に予め成形品モデルを各要素毎にグループ化しておき、このグループ化データを基に分割を行ってもよい。図9に示す成形品モデルOMについてのグループ化は、たとえば面番号を用いて行えばよく、この場合、グループG1は面S1, S2, S3, S4、グループG2は面S1, S5, S7, S9、グループG3は面S6, S2, S3, S7で構成されたとしたデータをグループ化データとする。グループ化データで示された各グループに分けることで分割を行うことから、構成要素への分割をオペレータの経験上の知識を含めたものとして行うことができる。

【0020】成形品モデルOMを各構成要素に分割したならば、各構成要素毎の変形量を求める演算を行う。この時、各構成要素毎の解析を前記従来例と同様のシステムで行ってもよく、構成要素は単純化された形態となっ

ているために有限要素に分割しての解析もさほど計算時間がかからないが、予め求めておいた代表的構成要素についての変形量データを基に変形量を求めることで更に変形量を求める演算に要する時間を短縮することができる。この場合、変形量データは、たとえば図10に示すような各構成要素毎に、変形前(成形品モデル)の寸法と変形後の寸法との比から関数として求めたものを好適に用いることができる。つまり、図10(a)に示す構成要素において、変形前の高さを $L_1$ 、幅を $L_2$ 、厚みを $t$ とし、変形によって夫々 $L_1'$ 、 $L_2'$ 、 $t'$ となる場合、

$$L_1' = F(L_1, L_2, t) = \alpha L_1 + \beta L_2 + \gamma t$$

$$L_2' = G(L_1, L_2, t)$$

$$t' = H(L_1, L_2, t)$$

となることから、 $F$ 、 $G$ 、 $H$ を変形量データとしておくのである。このようにすることで、変形量データの基になった構成要素と、シミュレーションしようとする成形品モデルの構成要素との大きさの違いを考慮した変形量を求めることができる。

【0021】変形量データの作成は、ある成形モデルとその実成形品の実測データとから求めればよい。成形品の成形に用いる成形用樹脂及び同じ成形条件で成形した試験片1を図11に示すように格子状に分割し、各分割モデルに対して三次元測定器やレーザ変位センサー等を用いて形状測定を行って、変形量データを求めるのである。この時、肉厚の異なる試験片1を成形して各肉厚毎に変形量データを求めておくのが好ましい。いずれにしても、計算による誤差がないために信頼性のある変形量データのデータベースを作成することができる。

【0022】このほか、図12に示すように、各構成要素の変形量を反り解析によって求めてモデル形状と変形量との関係をデータベース化することで変形量データを作成してもよい。この場合は様々な肉厚をもつ構成要素の変形量データを、成形実験を必要とすることなく得ることができる。また変形量データの作成にあたっては、その構成要素の形状だけでなく、配向性を考慮したものとしておくのが望ましい。形状だけでは変形を評価できない成形品があるため、この配向性については図13に示すように、ゲートの位置Pから各構成要素の重心との間を最短で結ぶ1本の線FLを考えて、この線の重心での方向を構成要素の配向方向Wとすればよい。これは上記の反り解析によって変形量データを作成する場合だけでなく、実測で変形量データを作成する場合も、図11に矢印で示すゲートからの樹脂流入方向を考慮してデータベース化しておくのが好ましい。このように変形量データに配向性も含めておき、配向性が一致する変形量データから変形量を求めることによって、さらに的確な変形シミュレーションを行うことができる。

【0023】構成要素毎の変形量が求まったならば、図3及び図4に示すように、該変形量を付加した構成要素



F'、C'、K' 同士を組み合わせることで変形後のモデルSMを求める。この組み合わせは、組み合わせるべき構成要素の組み合わせ部分上に2点以上の基準点を設定して、これら基準点が一致するように組み合わせればよい。もっとも、組み合わせるべき構成要素間において変形量が異なっておれば、2点以上の基準点を一致させることができないことが生じる。この場合、各構成要素をある一定の弾性率を持った弾性体と仮定して、組み合わせる構成要素間での力の釣り合いと弾性エネルギーの総和が最小となるように構成要素に変形を加えることで、上記基準点を一致させて組み合わせる。図14は成型品モデルOMを分割した2つの構成要素2、3について変形量を求めたところ、一方の構成要素2だけが収縮変形した場合の両構成要素2'、3'に更に変形を加えて組み合わせた場合を示している。

【0024】変形後のモデルSMを表示するにあたっては、全体の変形に影響を及ぼす変形箇所を明示するかたちで表示を行う。つまり、変形によって生じた変位が大きい部分を示すのではなく、図15(a)に示すように、上記変位が生じてしまう原因となる変形が生じている部分(構成要素)を例えば色を付して示すのである。このように表示することで、成型品モデルにおいて形状や厚み等を変更しなくてはならない箇所が明瞭となり、この結果、対策も的確に行うことができることになる。全体の変形に対する影響度に応じて変形箇所の色分けするのも好ましい。

【0025】また変形箇所を示すにあたり、単に収縮のみの変形なのか、あるいは収縮と反りとの両方が生じたことによる変形なのかを区別して表示するのも好ましい。図15(b)は収縮のみの変形が生じた部分を表示している状態を示している。以上のような変形シミュレーションを行って得られた変形後のモデルの変形が容認できないものである場合には、前述のように入力モデルに変更を加えて再度上記手順で変形のシミュレーションを行うということを繰り返す。そして変形のないモデルが得られたならば、これを最適モデル(最適形状)として決定する。有限要素に分割する場合に比して分割数がかなり少なくて変形量の演算に要する時間が短くてすむ上に、形状を考慮した構成要素に分割して変形量を求めているために、分割数が少ないとはいえ、的確なシミュレーションを行うことができ、特に変形量の演算を変形量データを基に算出する場合には演算に要する時間が非常に短くてすむものである。しかも変形後のモデルの表示にあたって、全体形状に影響を及ぼしている変形箇所を明示することから、対策も的確に行うことができるものであって、最適モデルを得るまでのシミュレーションの繰り返し回数を大幅に削減することができるものである。

【0026】なお、本発明の上記シミュレーション方法及び最適モデル決定方法は、成形条件を十分に見込んだ

ものではないために、最適モデル決定方法で得たモデルを前記射出成型解析システムに入力し、該システムを利用して成形条件を煮詰めるとよい。この場合、図17中の(11)のループは使用しないことになる。

【0027】

【発明の効果】以上のように本発明に係る変形シミュレーション方法においては、特徴的な形状を有する代表的な構成要素に分割することで各要素の形状による変形特性を加味したシミュレーションを行えるようにしたものであり、この場合、分割数が少なくてすむ上に、形状による変形特性も考慮したものとなっていることから、シミュレーションを短時間に且つ的確に行うことができるものである。

【0028】そして入力される座標データとして、シェルのデータに関しては各有限要素の肉厚を属性としたものを用いることで、各要素に対する肉厚を人力する手間を省略することができてシミュレーションに要する時間の短縮を図ることができる。入力モデルの代表的構成要素への分割を、モデルの外面に格子点を割り振って連続する3点以上の格子点間の角度を基に行うならば、複雑な形状を持つ入力モデルであっても単純な構成要素に分割することを容易に且つ自動で行うことができる。

【0029】また座標データとして予め構成要素毎にグループ化したCADのデータを用いるとともに該CADデータにおけるグループ化データを基に構成要素に分割する場合には、オペレータの経験的知識を生かした状態で、複雑な形状を持つ入力モデルの単純な構成要素への分割を行うことができる。各構成要素毎の変形量を求めるにあたっては、予め求めておいた代表的構成要素についての変形量データを基に変形量を求めることで、変形量を迅速に求めることができ、さらに変形量データに配向性も含めて求めたものを用いたならば、さらに的確な変形シミュレーションを行うことができる。そして変形量データとして実成形成品の変形量の実測から求めたものを用いる時には計算の誤差の影響のないものを得ることができ、構成要素の反り解析によって求めたものを用いる時には、様々な構成要素の変形量データを、成形実験を必要とすることなく得ることができる。

【0030】変形量を付加した構成要素を組み合わせるにあたっては、各構成要素の組み合わせ部分上に2点以上の基準点を設定して、これら基準点が一致するように構成要素を組み合わせることで、構成要素同士の組み合わせを簡単に行うことができる。また変形によって基準点同士を一致させることができない部分については、各構成要素をある一定の弾性率を持った弾性体と仮定し、組み合わせる構成要素間での力の釣り合いと弾性エネルギーの総和が最小となる変形を構成要素に与えて組み合わせることで、構成要素同士の組み合わせを簡便に且つ的確に行うことができる。

【0031】変形後のモデルを表示するにあたっては、

全体の変形に影響を及ぼす変形箇所の提示を行うことで、対策を施すべき箇所の把握が簡単となり、対策も応じやすくなり、最適モデルの決定に至るシミュレーションの繰返し回数を削減することができる。特に全体の変形に対する影響度を変形箇所の色分けにて提示すれば、より明瞭に対策を施すべき箇所を把握することができる。また変形の種類を区別して提示すれば、対策方法の示唆を得られることになる。

【0032】そして本発明に係る成形品の上記シミュレーション方法を用いた最適モデル決定方法は、上記シミュレーションを行って、容認できない変形がある場合、変形に影響を与えている構成要素の肉厚や形状を変えた構成要素で入力モデルを再構成して再度上記シミュレーションを行うことを繰り返すものであり、シミュレーションに要する時間と手間が少なくなっているために、最適モデルの決定に至るまでの時間を大きく短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の一例のフローチャートである。

【図2】(a)(b)は同上の構成要素への分割の説明図であり、(c)は角部の構成要素を示す斜視図、(d)は好ましくない構成要素への分割を示す斜視図である。

【図3】同上の構成要素の変形を示す説明図である。

【図4】同上の変形後の構成要素同士の組み合わせの説明図である。

【図5】同上のシェルモデルから面モデルを導く説明図である。

【図6】同上の肉厚に関する説明図である。

【図7】同上の肉厚に関する説明図である。

【図8】(a)(b)(c)は同上の構成要素への分割の説明図である。

【図9】同上の構成要素への他の分割についての説明図である。

【図10】(a)～(d)は構成要素の例を示す斜視図である。

【図11】変形量データの作成の一例に関する説明図である。

【図12】変形量データの作成の他例に関するフローチャートである。

【図13】配向性についての説明図である。

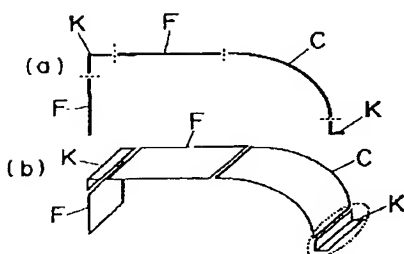
【図14】構成要素同士の組み合わせについての説明図である。

【図15】(a)(b)は夫々変形後のモデルの表示例を示す斜視図である。

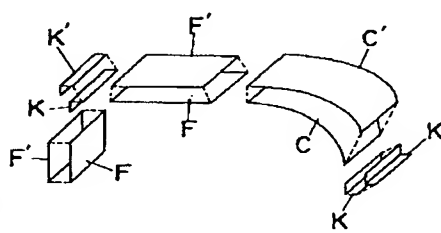
【図16】変形後のモデルの表示についての比較例の斜視図である。

【図17】従来方法を示すフローチャートである。

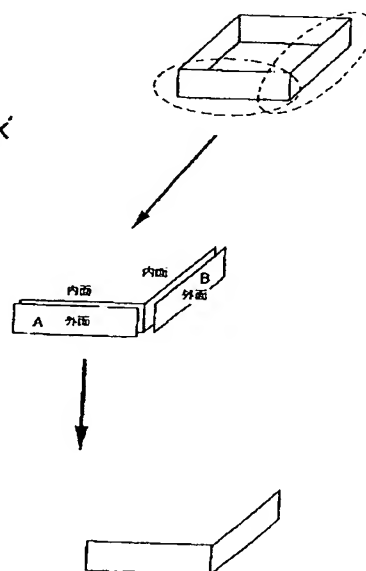
【図2】



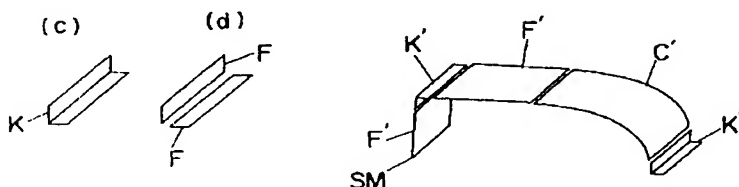
【図3】



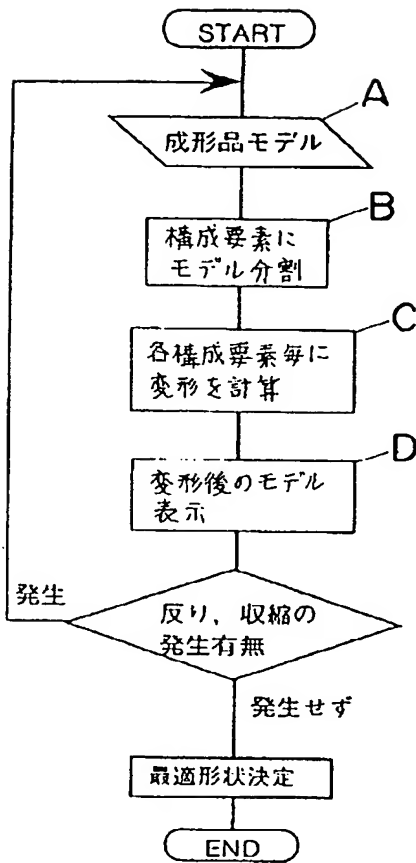
【図5】



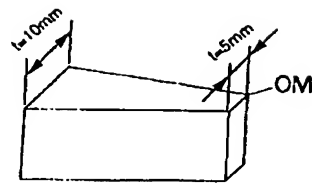
【図4】



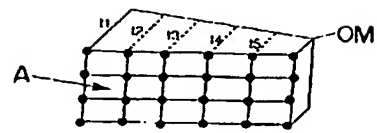
【図1】



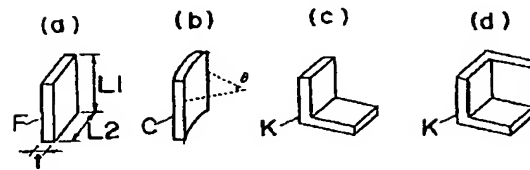
【図6】



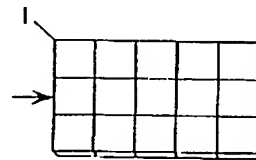
【図7】



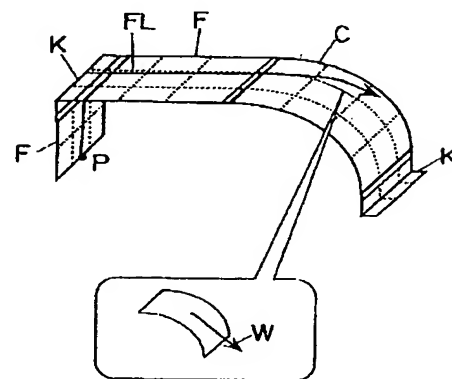
【図10】



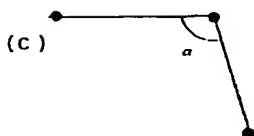
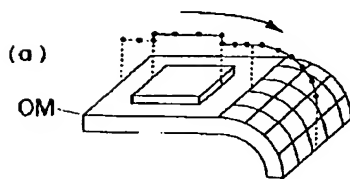
【図11】



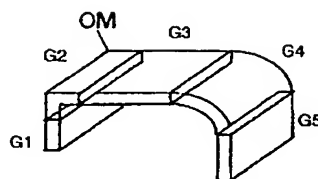
【図13】



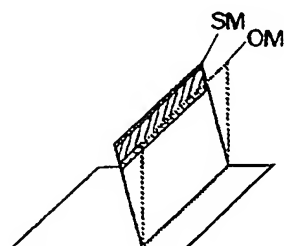
【図8】



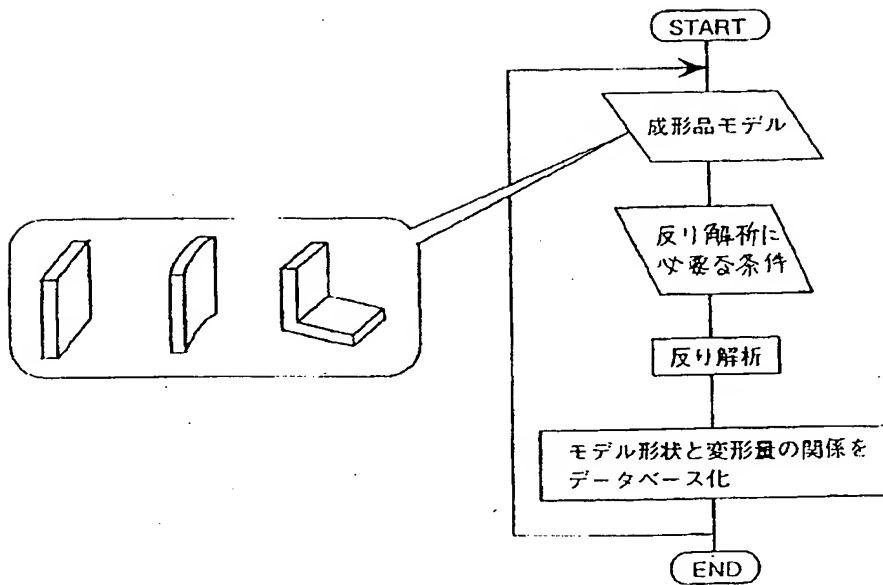
【図9】



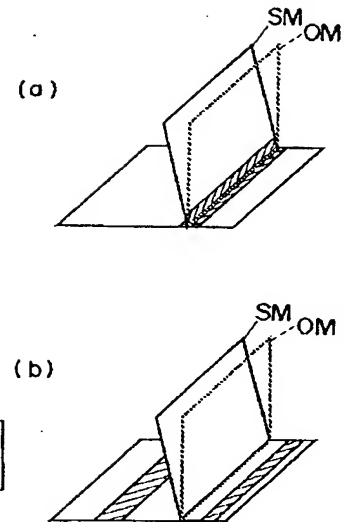
【図16】



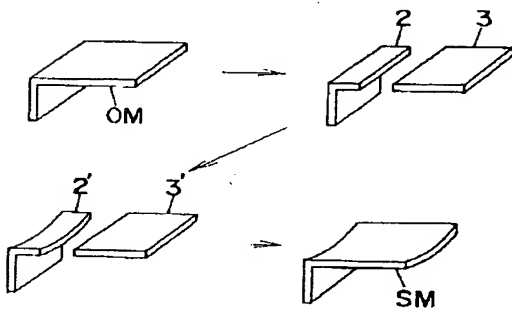
【図12】



【図15】



【図14】



【図17】

